



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 41 01 015 C 2

⑳ Aktenzeichen: P 41 01 015.9-25
㉑ Anmeldetag: 15. 1. 91
㉒ Offenlegungstag: 16. 7. 92
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 18. 4. 98

㉔ Int. Cl.®:
E 02 D 19/16
C 04 B 28/02
C 04 B 28/14
C 04 B 18/14
C 04 B 14/10
C 04 B 40/00
C 08 L 33/02
C 08 K 3/34

DE 41 01 015 C 2

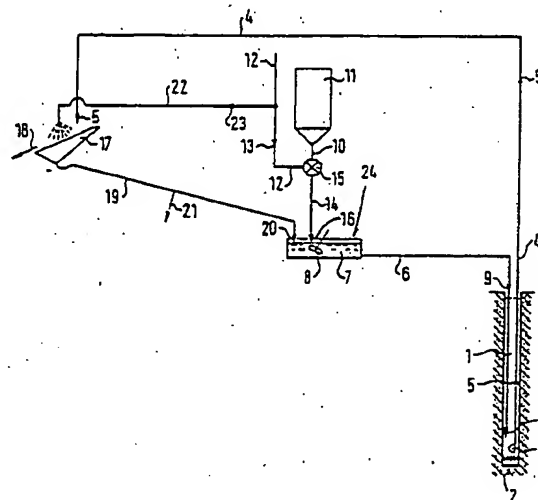
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉕ Patentinhaber:
Dyckerhoff AG, 65203 Wiesbaden, DE
㉖ Vertreter:
Patentanwälte Dr. Solf & Zapf, 81543 München

㉗ Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung
㉘ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 40 08 207 A1
DE 39 05 483 A1
DE 36 33 736 A1
DE 36 10 755 A1
US 30 16 713
DE-Z.: »Bauplanung-Bautechnik« 1989, H. 1, S. 46;
MESECK, H., RÜPPERT, F.-R., SIMONS, H.:
Herstellung von Dichtungsschlitzwänden im
Einphasenverfahren. In: Tiefbau 1979, H. 8,
S. 601-605;
Greifer oder Fräse? In: baumaschinendienst 1988,
H. 5, S. 362-367;

㉙ Verfahren zur Herstellung einer Dichtungsschlitzwand

㉚ Verfahren zur Herstellung einer Dichtungsschlitzwand nach dem Einphasenverfahren, wobei Bodenmaterial aus der Wandung eines mit einer selbsterhärtenden Dichtwandmassensuspension gefüllten Schlitzes mit einer Schlitzwandfräse abgetragen und im Gemisch mit der Dichtwandmassensuspension als Ausbaususpension aus dem Schlitz herausgepumpt wird, das Gemisch gesiebt und der unterhalb einer vorbestimmten Grobkorngröße liegende Feinanteil des Gemisches gemeinsam mit neuer, frischgescherter Dichtwandmassen-Suspension zur Herstellung einer Nachfüllsuspension verwendet wird, die in einer der Bodenmaterialabtragung entsprechenden Nachfüllmenge in den Schlitz gepumpt wird.



DE 41 01 015 C 2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Dichtungsschlitzwand nach dem Einphasenverfahren.

Bei der Herstellung von Dichtungsschlitzwänden werden Dichtwandmassen in Bodenschlitze eingebaut, z. B. als Vertikalelemente von Umschließungsvorhaben zur Verhinderung der Ausbreitung eventueller Bodenverunreinigungen über das Grundwasser oder in Baugruben oder Tagebaubetrieben als Wände zur Verringerung größerer Grundwasserabsenkungen und zu fördernder Grundwassermengen.

Es ist bekannt, Dichtungsschlitzwände nach dem Einphasenverfahren zu erstellen, indem mit einem Greifer-Bagger ein Aushub eines Schlitzes erfolgt, in dem sich eine Bentonit-Zementstützsuspension befindet, die während des Aushubs als Stützflüssigkeit dient und nach Beendigung des Aushubs erhärtet und als Dichtmasse wirkt (Meseck, Ruppert, Simons "Herstellung von Dichtungsschlitzwänden im Einphasenverfahren" Tiefbau (1979), S. 601 — S. 605). Für den Fall langer Baggerzeiten wird empfohlen, Abbindeverzögerer zur Bentonit-Zementsuspension zuzusetzen.

Als Nachteil wird hervorgehoben, daß sich die Dichtwandmasse während der Baggerarbeiten oder durch Erosion mit Bodenteilen aus dem Aushubmaterial, z. B. mit Schluff und Sand anreichert, so daß die Suspension dicker wird und die Weiterarbeit behindert. Außerdem hat die Anreicherung mit Sand zur Folge, daß die Durchlässigkeit der Dichtwandmasse erhöht wird. Es wird deshalb empfohlen, die Suspension laufend zu kontrollieren und Grenzwerte einzuhalten, um zu verhindern, daß die Anreicherung überhandnimmt.

Aus der DE-OS 36 33 736 sind Trockenmischungen für die einphasige Herstellung von Dichtungsschlitzwänden bekannt, die im wesentlichen aus quellfähigem Tonmaterial, Hochofenschlacke und Anreger für die Hochofenschlacke bestehen und die bis zu 25 Gewichtsanteile inerte Füllstoffe aufweisen können. Bei der Herstellung der Dichtwandmasse können übliche Zusätze beigegeben werden, die das Fließverhalten während des Mischvorganges, die Konsistenz oder das Abbinden beeinflussen. Der Einfluß der Thixotropie soll geringer sein als bei herkömmlichen Massen.

Beim Zweiphasenverfahren, bei dem während des Aushubs eine Bentonitsuspension als Stützflüssigkeit verwendet wird, die anschließend durch eine selbsterhärtende Bentonit-Zementsuspension verdrängt wird, setzt sich mehr und mehr die Frästechnik für den Aushub durch. Das von den Schneidrädern einer Fräse gelöste und zerkleinerte Bodenmaterial wird im Schlitz mit der Bentonitsuspension vermischt, die Bodenmaterial enthaltende Mischung abgesaugt und in eine Aufbereitungsanlage gepumpt. In dieser Anlage wird das Aushubmaterial von der Bentonitsuspension mit einem sehr aufwendigen System von Rüttelsieben in Kombination mit Zyklonen sorgfältig und langwierig getrennt. Die gereinigte Bentonitsuspension wird anschließend wieder verwendet. Das Aushubmaterial wandert auf eine Deponie. Der Betrieb der Frästechnik mit bekannten Dichtwandmassen, die für die Durchführung des Einphasenverfahrens geeignet sind, scheitert jedes Mal am teilweisen Austrag der dichtenden Anteile (vor allem des Hüttensandes) bei jedem Durchgang durch die üblichen Aufbereitungsanlagen, weshalb das Fräsverfahren derzeit nur im Zweiphasenverfahren einsetzbar ist.

Ein solches Zweiphasenverfahren zur Herstellung ei-

ner Dichtungsschlitzwand ist in der DE 39 05 463 A1 beschrieben, wobei zur Stützung des Schlitzes eine Bentonitsuspension verwendet wird, die mit einer selbsthärtenden Bentonit-Zement-Suspension ausgetauscht wird.

Hierbei wird auch vorgeschlagen, zur Entfernung des Bodenstockes bzw. bei der Erstellung des Sekundär- und Verbindungsschlitzes unter Stützung durch eine Bentonit-Zement-Suspension zu arbeiten, die im Sekundärschlitz verbleiben soll. Diese Maßnahme eines sofortigen Arbeitens mit einer Bentonit-Zement-Suspension kann nur deswegen durchgeführt werden, da dieser Verfahrensschritt verhältnismäßig kurze Zeit dauert und somit eine Gefährdung der mechanischen Teile einer Schlitzwandfräse weitgehend ausgeschlossen werden kann. In den übrigen Arbeitsphasen kann nur das Zweiphasenverfahren angewandt werden.

Eine Anwendung des Zweiphasenverfahrens ist auch in der Zeitschrift Baumaschinendienst, Heft 5, Mai 1988, S. 362 bis 367 beschrieben. Hierbei wird der abgetragene Boden im Gemisch als Ausbaususpension aus dem Schlitz herausgepumpt, das Gemisch gesiebt und den unterhalb einer bestimmten Grobkorngröße liegenden Feinteil des Gemisches mit der Suspension als Nachfüllsuspension wieder in den Schlitz gepumpt. Das Bodenmaterial soll hierbei möglichst vollständig von der Ausbaususpension entfernt werden.

Bei einem aus der DE OS 40 08 207 bekannten, dem Einphasenverfahren angenäherten Verfahren zur Herstellung einer Dichtwand erfolgt der Aushub zunächst in üblicher Weise mit einer Schlitzwandfräse, während der Erdschlitz mit einer Bentonitsuspension gestützt wird. Danach werden Bindemittel und Feststoffe direkt in die Bentonitstützsuspension im Schlitz zugegeben und die Suspension zur Durchmischung mit der Förderpumpe der Schlitzwandfräse umgepumpt.

Aufgabe der Erfindung ist, ein Verfahren zur Herstellung einer Dichtungsschlitzwand nach dem Einphasenverfahren zu schaffen, mit dem Dichtungsschlitzwände höherer Dichtigkeit, besserer Erosionsstabilität und chemischer Beständigkeit hergestellt werden können, wobei insbesondere relativ geringe Deponiekosten anfallen sollen.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung werden in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Da erfindungsgemäß beim Aushub des Bodens nicht mit Greifern, sondern nach der Frästechnik mit Aufbereitungsanlage gearbeitet wird, wird der Wiedereinbau der Feinanteile des Bodens in die Schlitzwand erst ermöglicht. Durch die besondere Anpassung der Dichtwandmasse lassen sich überraschend hohe Inertmengen bzw. Bodenfeinanteile ohne Schädigung der erforderlichen Eigenschaften des als Stützsuspension dienenden Frischschlammes und der erhärteten Dichtwandmasse verwenden. Die hochgefüllten Massen weisen eine verbesserte Erosionsstabilität und chemische Beständigkeit auf. Die Durchlässigkeitsbeiwerte sind ebenfalls verbessert.

Überraschend ist, daß Korngrößen des Bodenaushubmaterials bis zu z. B. 1 bis 2 mm keine Probleme bringen, so daß die aus der Frästechnik bekannten, teuren Zyklonabscheider der Aufbereitungsanlage entfallen können. Durch einfache Siebanlagen läßt sich der nicht verwendbare, in der Regel mengenmäßig geringere gröbere Anteil des Bodenaushubmaterials abtrennen und deponieren.

Die Erfindung sieht vor, an größerem Anteil anhaf-

tenden brauchbaren Schlamm abzuspülen und das Abspülwasser mit Schlamm als Anmachwasser der Dichtwandmasse zuzusetzen. Der die Aufbereitungsanlage verlassende Aushub mit dem gröberen Material ist somit weitestgehend dichtwandmassenfrei und kann schadlos in Baumaßnahmen oder auf einer Bodendeponie abgelagert werden. Für die Zwecke der Erfindung können bekannte Trockenmischungen für die Dichtwandnachfüllmassen verwendet werden. Diese werden — je nach Bedarf — mit einem Chelatbildner für mehrwertige Kationen und/oder einem Dispergiermittel für die Aufnahme von Feinanteilen (≤ 1 mm) des ausgebauten Bodens und/oder mit zusätzlich zugegebenen feinen anderen Inertstoffen wie Kalksteinmehl, Quarzsand, Altglasmehl versetzt.

Die Einstellung der Chelatbildnermenge erfolgt in Abhängigkeit vom Gehalt an aktiven mehrwertigen Kationen, die zum Beispiel aus einem Anreger für in der Trockenmischung vorhandene Hochofenschlacke und/oder aus dem Anmachwasser und/oder aus dem Bodenaushub und/oder aus zusätzlich vorhandenen Inertstoffen stammen können, derart, daß die Verarbeitbarkeit der Suspension bei ausreichend hoher Fließgrenze mindestens 8 Stunden gewährleistet bleibt.

Die Zugabe der Dispergiermittel erfolgt derart, daß die beabsichtigt zugegebenen, feinen Inertstoffe oder die Feinanteile (≤ 1 mm) der nicht auf Halde gefahrenen Menge des Bodens bis zu 1600 kg/m^3 so dispergiert werden können, daß die Verarbeitbarkeit (z. B. Pumpen und Durchlauf durch Siebanlagen) des hochgefüllten Schlammes gewährleistet ist.

Geeignete Chelatbildner sind z. B. Polyphosphate oder Hydroxycarbonsäuren, deren Laktone und deren Alkalisalze, insbesondere Natriumgluconat.

Geeignete dispergierende Mittel für die Aufnahme von Feinsanden oder Schluff aus Quarz, Kalkstein oder Tonstein sind z. B. Polyacrylate, insbesondere wasserlösliche Copolymerisate mit $M = 1000$ bis 6000 oder Na-Polyacrylate mit $M = 10\,000$ bis $20\,000$.

Die Zugabe von Inertfeinem erfolgt, wenn der Bodenaushub nicht ausreichend Feines enthält, um Korn von z. B. $0,2$ bis 1 mm in der Schwebe zu halten, und um in grobkörnigen Böden hochgefüllte Massen einbauen zu können.

Für das erfindungsgemäße Verfahren besonders geeignete Trockenmischungen für Dichtwandmassen haben folgende Zusammensetzung:

10–30 Mass.-% aktivierter Ca-Bentonit ("Na-Bentonit")

72–90 Mass.-% Hüttensand (HOS) gemahlen auf $2000\text{--}6000 \text{ cm}^2/\text{g}$

1–5 Mass.-% Hüttensand-Anreger wie Zemente, Kalke oder Calciumsulfate

0–1 Mass.-% Chelatbildner für mehrwertige Kationen

0–5 Mass.-% Dispergiermittel für die Aufnahme von Feinanteilen (≤ 1 mm) des ausgebauten Bodens oder von zusätzlich zugegebenen feinen Inertstoffen (wie z. B. Kalkstein, Quarzsand, Altglas)

0–4 Mass.-% reaktive Kieselsäure.

Die Trockenmischung wird mit Brauchwasser unter Verwendung angepaßten Einbringens von Scherenergie zu einer Suspension mit Wasser-Dichtwandmischung-

Quotienten ($\frac{W}{DWM}$ -Quotienten) von $3,5\text{--}1,5$ verarbeitet. Es erfolgt eine Vermischung mit den Inertanteilen, aus dem Bodenaushub und gegebenenfalls aus einem Inertstoffzusatz derart, daß Wasser-Feststoff-Quotien-

ten ($\frac{W}{F}$ -Quotienten) bis $0,25$ erreicht werden, wobei der Feststoffanteil = Dichtwandmischung + Inertanteile ist.

Anhand der schematischen Zeichnung wird das erfindungsgemäße Verfahren im folgenden näher erläutert.

In einem schematisch im Querschnitt abgebildeten Schlitz 1 arbeitet eine an sich bekannte Schlitzwandfräse 2, deren Pumpenanlage 3 ein konstantes Volumen an

Ausbaususpension durch ein Rohrleitungssystem 4 in Pfeilrichtung 5 herauspumpt.

Über ein Rohrleitungssystem 6 wird mit einer Pumpenanlage (nicht dargestellt) aus einem mit einem z. B. nicht scherenden Rührwerk 8 ausgerüsteten Mischbehälter 7, dessen Inhalt in etwa homogen gemischt wird, in Pfeilrichtung 9 eine bestimmte Volumenmenge Nachfüllsuspension in den Schlitz 1 hineingepumpt.

Sofern nicht gefräst wird, entspricht die Pumpvolumenmenge der Ausbaususpension der Pumpvolumenmenge der Nachfüllsuspension.

Wenn gefräst wird, wird eine Ausbaususpensionsmenge herausgepumpt, die der Fräskleinmenge, d. h. der gefrästen Bodenmenge entspricht und eine Nachfüllsuspensionsmenge hineingepumpt, die der Fräskleinmenge + dem ausgefrästen Hohlraum im Boden entspricht.

Für den Fall, daß der Boden keine Grobanteile über z. B. 2 mm aufweist, ist es lediglich erforderlich, auf die gewünschte Pumpenleistung abgestellte Mengen abzupumpen und nach Zugabe von DWM wieder hineinzupumpen, was über eine Kontrolle der Schlammlichtergewichte 14, 19, 6 der Suspensionen in den Rohrleitungssystemen erfolgen kann.

Über ein Fördersystem 10 wird ein zweckmäßigerweise scherender Mischer 15 mit einer an sich bekannten Dichtwandmassen-Trockenmischung beschickt, die aus einem Silo 11 abgezogen wird. In den Mischer 15 wird außerdem Brauchwasser über eine Rohrleitung 12 in Pfeilrichtung 13 geleitet. Die scherend gemischte Suspension gelangt aus dem Mischer 15 über ein Rohrleitungssystem 14 in Pfeilrichtung 16 in den Mischbehälter 7.

Die Ausbaususpension wird über das Rohrleitungssystem 4 in eine Siebanlage 17 gepumpt. Der Grobanteil (z. B. Anteile über 2 mm) der Ausbaususpension wird durch die Siebanlage 17 aussortiert und aus der Aufbereitungsanlage bzw. dem Suspensionskreislauf entfernt (Pfeilrichtung 18). Der Grobanteil kann gegebenenfalls für andere Baumaßnahmen Verwendung finden.

Der in der Siebanlage 17 gewonnene Feinkornanteil der Auslaufsuspension wird über ein Rohrleitungssystem 19 in Pfeilrichtung 20 in den Mischbehälter 7 gepumpt; dabei kann ein Teil davon auf eine Deponie befördert werden (Pfeilrichtung 21), wenn zuviel Feinkornanteil anfällt, was z. B. der Fall sein kann, wenn im ausgefrästen Boden kein Grobkorn vorhanden ist oder der Dichtwandmasse ein anderes Inertmaterial zusätzlich zugesetzt werden soll.

Vorteilhaft ist es, von der Wasserrohrleitung 12 eine Rohrleitung 22 abzuzweigen, durch die in Pfeilrichtung 23 Brauchwasser in die Siebanlage 17 geleitet wird, damit z. B. das Grobkorn abgespült werden kann.

Die Kontrolle der Fließfähigkeit der Suspensionen und der Schlammlichtergewichte ergibt die jeweilige Zusatzmenge der Chelatbildner bzw. Dispergiermittel bzw. der zusätzlichen Inertstoffe, die z. B. dem Mischbehälter 7 dosiert getrennt zugegeben werden können (Pfeilrichtung 24).

Mit der Erfindung gelingt es somit, ein Einphasenver-

fahren zur Verfügung zu stellen, das insbesondere geringe Deponiekosten gewährleistet und außerdem wenig Dichtwandmassen-Trockenmischungen erfordert. Es war überraschend, daß erhebliche Mengen an Bodenaushubmaterial wiederverwendet werden können, ohne daß die Dichtigkeit der Dichtungsschlitzwände verringert wurde.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Dichtungsschlitzwand nach dem Einphasenverfahren, wobei Bodenmaterial aus der Wandung eines mit einer selbsterhärtenden Dichtwandmassensuspension gefüllten Schlitzes mit einer Schlitzwandfräse abgetragen und im Gemisch mit der Dichtwandmassensuspension als Ausbaususpension aus dem Schlitz herausgepumpt wird, das Gemisch gesiebt und der unterhalb einer vorbestimmten Grobkorngröße liegende Feinanteil des Gemisches gemeinsam mit neuer, frischgeschserter Dichtwandmassensuspension zur Herstellung einer Nachfüllsuspension verwendet wird, die in einer der Bodenmaterialabtragung entsprechenden Nachfüllmenge in den Schlitz gepumpt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Grobkornanteil abgespült und das Spülmaterial dem Feinanteil oder der Nachfüllsuspension zugeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Nachfüllsuspension verwendet wird, die einen Feinanteil des Bodenaushubmaterials in Mengen von 400 bis 1800 kg/m³ aufweist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Feinanteil nach dem Sieben im Gemisch verbleibt, dessen Korngrößen unter 2 mm, insbesondere unter 1 mm, liegen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzliche Inertstoffe als Feinanteile zur Herstellung der Nachfüllsuspension verwendet werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Herstellung der Nachfüllsuspension zur Gewährleistung einer ausreichenden Verarbeitbarkeit Chelatbildner in einer vom Gehalt an aktiven, mehrwertigen, in der Nachfüllsuspension vorhandenen Kationen abhängigen Menge verwendet werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Chelatbildner Polyphosphate oder Hydroxycarbonsäuren, deren Laktone und deren Alkalisalze, insbesondere Natriumgluconat, verwendet werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Herstellung der Nachfüllsuspension zur Gewährleistung einer ausreichenden Verarbeitbarkeit Dispergiermittel in einer, vom Gehalt an inerten Feinanteilen abhängigen Menge verwendet werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung von Feinsanden oder Schluff aus Quarz, Kalkstein oder Tonstein als Inertmaterial bzw. als Inertstoffe Polyacrylate, insbesondere wasserlösliche Copolymerisate mit M = 1000 bis 6000, oder Na-Polyacrylate mit M = 10 000 bis 20 000 verwendet werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet, daß die folgenden Trockenmischungen zur Herstellung der Nachfüllsuspension verwendet werden:

- 10–30 Mass.-% aktivierter Ca-Bentonit ("Na-Bentonit")
- 72–90 Mass.-% Hüttensand (HOS) gemahlen auf 2000 bis 6000 cm²/g
- 1–5 Mass.-% Hüttensand-Anreger, wie Zemente, Kalke oder Calciumsulfate
- 0–1 Mass.-% Chelatbildner für mehrwertige Kationen
- 0–5 Mass.-% Dispergiermittel für die Aufnahme von Feinanteilen (< 1mm) des ausgebauten Bodens oder von zusätzlich zugegebenen feinen Inertstoffen (wie z. B. Kalkstein, Quarzsand, Altglas)
- 0–4 Mass.-% reaktive Kieselsäure.
- 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß Nachfüllsuspensionen mit Wasser-/Dichtwandmischung-Quotienten von 3,5 bis 1,5 verwendet werden.
- 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß Nachfüllsuspensionen verwendet werden, die einen Wasser-Feststoff-Quotienten bis 0,25 aufweisen.
- 13. Verwendung einer Nachfüllsuspension beim Einphasenverfahren zur Herstellung einer Dichtungsschlitzwand, enthaltend 400 bis 1600 kg/m³ Feinanteile des Bodenaushubmaterials unter 2 mm Korngröße.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

